

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-244754

(43)Date of publication of application : 07.09.2001

(51)Int.Cl.

H03F 1/52

G05F 1/10

H02H 7/20

(21)Application number : 2000-056773

(71)Applicant : DAIHEN CORP

(22)Date of filing : 02.03.2000

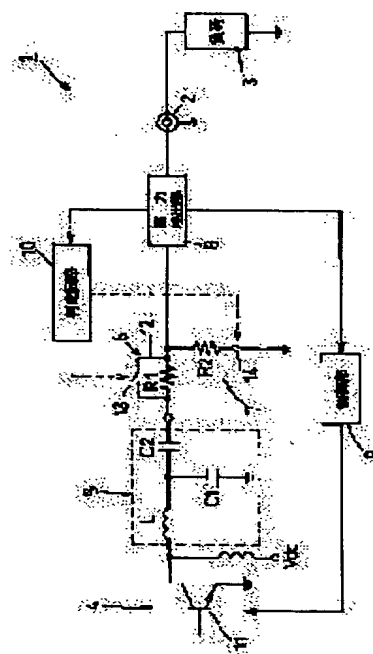
(72)Inventor : KOTANI HIROYUKI

## (54) HIGH-FREQUENCY POWER SUPPLY

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-frequency power supply that can prevent an amplifier circuit from being damaged due to over current and over voltage.

SOLUTION: A discrimination circuit 10 discriminates the ratio of a reflected power, with respect to a traveling wave power generated by amplification of an amplifier circuit 4 and a current limiting circuit 6 and a voltage limiting circuit 7 limit a voltage and/or a current generated in the amplifier circuit 4 in this high-frequency power supply, when the discriminated ratio  $P$  is in excess of a threshold  $T$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-244754

(P2001-244754A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 3 F 1/52		H 0 3 F 1/52	Z 5 G 0 5 3
G 0 5 F 1/10	3 0 4	G 0 5 F 1/10	3 0 4 G 5 H 4 1 0
			3 0 4 M 5 J 0 9 1
H 0 2 H 7/20		H 0 2 H 7/20	C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-56773(P2000-56773)

(22) 出願日 平成12年3月2日 (2000.3.2)

(71) 出願人 000000262

株式会社ダイヘン

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

(72) 発明者 小谷 弘幸

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

株式会社ダイヘン内

(74) 代理人 100086737

弁理士 岡田 和秀

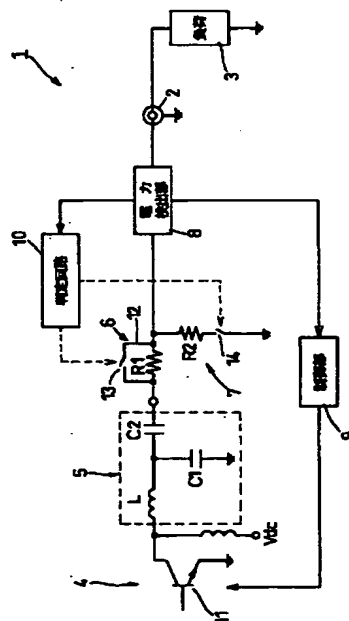
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波電源

(57) 【要約】

【課題】 過電流、過電圧による増幅回路の破損を防止する。

【解決手段】 増幅回路4の増幅動作で形成される進行波電力に対する反射波電力の比率を判定回路10で判定し、判定した比率Pが閾値Tを超えて高い場合には、増幅回路4に発生する電圧および/または電流を電流制限回路6や電圧制限回路7で制限する高周波電源。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高周波信号を増幅する増幅手段と、  
前記増幅手段に生じる電圧および／または電流がこの増  
幅手段の安全動作領域を超えるか否かを判定する判定手  
段と、

前記判定手段の判定結果に基づいて、前記増幅手段に発  
生する電圧および／または電流を制限する制限手段と、  
を有することを特徴とする高周波電源。

【請求項 2】 請求項 1 記載の高周波電源であって、  
前記判定手段は、高周波電源に入力される反射波電力に  
基づいてその判定を行うものである、

ことを特徴とする高周波電源。

【請求項 3】 請求項 2 記載の高周波電源であって、  
前記判定手段は、前記増幅手段の増幅動作で形成される  
進行波電力に対する反射波電力の比率を判定するもので  
あり、

前記制限手段は、前記比率が閾値を超えて高い場合に、  
前記増幅手段に発生する電圧および／または電流を制限  
するものである、

ことを特徴とする高周波電源。

【請求項 4】 請求項 3 記載の高周波電源であって、  
前記制限手段は、  
前記増幅手段の出力端とこの高周波電源の負荷との間に  
直列に接続された第 1 の制限抵抗と、  
前記制限抵抗に対して並列接続されて、前記増幅手段の  
出力端を前記第 1 の制限抵抗を介することなく前記負荷  
に接続する迂回導通路と、

前記判定手段の判定結果に基づき、前記比率が閾値を超  
えて高い場合は前記迂回導通路を開放し、それ以外は前  
記迂回導通路を導通させる第 1 の開閉手段と、

を有することを特徴とする高周波電源。

【請求項 5】 請求項 3 または 4 記載の高周波電源であ  
って、  
前記制限手段は、

前記増幅手段の出力端と接地電位との間に直列に接続さ  
れた第 2 の制限抵抗と、  
前記判定結果に基づき、前記比率が閾値を超えて高い場  
合は前記第 2 の制限抵抗を接地電位に接続し、それ以外  
は第 2 の制限抵抗と接地電位とを分離する第 2 の開閉手  
段と、

を有することを特徴とする高周波電源。

【請求項 6】 請求項 4 記載の高周波電源であって、  
前記制限手段は、

前記第 1 の制限抵抗の出力端と接地電位との間に直列に  
接続された第 2 の制限抵抗と、  
前記判定結果に基づき、前記比率が閾値を超えて高い場  
合は前記第 2 の制限抵抗を接地電位に接続し、それ以外  
は第 2 の制限抵抗と接地電位とを分離する第 2 の開閉手  
段と、

を有することを特徴とする高周波電源。

【請求項 7】 請求項 4 記載の高周波電源であって、  
前記制限手段は、

前記第 1 の制限抵抗の出力端と接地電位との間に直列に  
接続された第 2 の制限抵抗と、  
前記判定結果に基づき、前記比率が閾値を超えて高い場  
合は前記第 2 の制限抵抗を接地電位に接続し、それ以外  
は第 2 の制限抵抗と接地電位とを分離する第 2 の開閉手  
段と、

を有することを特徴とする高周波電源。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波電源に関  
し、具体的には、高周波電源の増幅回路の保護構造に関  
する。

【0002】

【従来の技術】一般に、高周波電源は、図 2 に示すよう  
に、図示しない発振回路で発生させた発振信号（高周波  
信号）を増幅回路 100 で増幅し、出力コネクタ 101  
を介して負荷 102 に出力している。増幅回路 100 の  
出力中には、増幅回路 100 の出力である進行波電力  
と、負荷 102 からの反射波電力とが混在している。こ  
れらの電力は電力検出部 103 で検出されて、その検出  
結果が制御部 104 に供給される。制御部 104 では、  
電力検出部 103 の検出結果に基づいて、進行波電力が一  
定になる、あるいは進行波電力から反射波電力を減算し  
た値が一定になるように、増幅回路 100 の出力制御を  
行う。なお、図中、符号 105 は、増幅回路 100 を構  
成するトランジスタであり、106 はトランジスタ 10  
5 の出力側に配置されたインピーダンス整合回路であ  
り、L は、インピーダンス整合回路 106 を構成するイン  
ダクタンスであり、C1、C2 は同じくインピーダ  
ンス整合回路 106 を構成するコンデンサである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の高周波電源に  
は、負荷 102 のインピーダンスが増幅回路 100 を構  
成するトランジスタ 105 の整合条件から外れると、ト  
ランジスタ 105 の安全動作領域を超えた過大な電流や  
電圧が増幅回路 100 に発生する結果、トランジスタ 1  
05 が破損することがあった。このような事態は、例え  
ば次のようにして生じる。高周波電源の負荷 102 の中  
には、負荷インピーダンスが実質的な短絡状態から実質  
的な開放状態まで大きく変動するものがある。このよう  
な負荷 102 において、短絡状態や開放状態に陥った負  
荷 102 から増幅回路 100 に向けて反射する反射波の  
位相がアンプ 100 から出力される進行波の位相と同位  
相になると、反射波と進行波とが重畳されて電圧値や電  
流値が一次的に際立って上昇し、その過大な電圧や電流  
によりトランジスタ 105 が破損することがあった。

【0004】例えば、負荷 102 のインピーダンス  $Z_L$   
が実質的に短絡状態（ $Z_L \approx 0 \Omega$ ）になったときには、  
トランジスタ 105 のコレクタから出力側をみたインピ  
ーダンス  $Z_1$  は、 $Z_1 = 0 + jX \Omega$  となる。ここで、X  
が小さいという条件の場合では、トランジスタ 105 に  
その安全動作領域を超えた過電流が流れて、トランジ  
スタ 105 が破損するしたがって、本発明の主たる目的  
は、過電流や過電圧による増幅回路の破損を防止するこ  
とである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成する

ためには、本発明は、高周波信号を増幅する増幅手段と、前記増幅手段に生じる電圧および／または電流がこの増幅手段の安全動作領域を超えるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段の判定結果に基づいて、前記増幅手段に発生する電圧および／または電流を制限する制限手段とを有する高周波電源を構成した。これにより、次のような作用を有する。すなわち、増幅手段に生じる電圧および／または電流がこの増幅手段の安全動作領域を超えたことを判定手段で判定すると、制限手段により、増幅手段に印加される電圧および／または電流を制限することで、増幅手段に過大な電圧や電流が印加されることを防止して、増幅手段の破損を防止する。

【0006】本発明の請求項2に記載の発明は、請求項1に係る高周波電源であって、前記判定手段は、高周波電源に入力される反射波電力に基づいてその判定を行うものであり、これにより次のような作用を有する。すなわち、増幅手段に過大な電圧もしくは電流が発生する主要因としては、インピーダンスの不整合による反射波電力の増大が挙げられる。そこで、本発明では、判定手段において、高周波電源に入力される反射波電力に基づいてその判定を行うことで、増幅手段の破損を確実に防止できる。

【0007】本発明の請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の高周波電源であって、前記判定手段は、前記増幅手段の増幅動作で形成される進行波電力に対する反射波電力の比率を判定するものであり、前記制限手段は、前記比率が閾値を超えて高い場合に、前記増幅手段に発生する電圧および／または電流を制限するものであることに特徴を有しており、これにより次のような作用を有する。すなわち、反射波電力の量を、前記増幅手段の増幅動作で形成される進行波電力に対する反射波電力の比率とみなすことで、反射波電力の量を、進行波電力の量に対する相対量として判定できる。

【0008】なお、前記制限手段は、請求項4に記載したように、前記制限手段は、前記増幅手段の出力端とこの高周波電源の負荷との間に直列に接続された第1の制限抵抗と、前記制限抵抗に対して並列接続されて、前記増幅手段の出力端を前記第1の制限抵抗を介することなく前記負荷に接続する迂回導通路と、前記判定手段の判定結果に基づき、前記比率が閾値を超えて高い場合は前記迂回導通路を開放し、それ以外は前記迂回導通路を導通させる第1の開閉手段とを有して構成するのが好ましい。

【0009】また、前記制限手段は、請求項5及び請求項6に記載したように、前記増幅手段又は、前記第1の制限抵抗の出力端と接地電位との間に直列に接続された第2の制限抵抗と、前記判定結果に基づき、前記比率が閾値を超えて高い場合は前記第2の制限抵抗を接地電位に接続し、それ以外は第2の制限抵抗と接地電位とを分離する第2の開閉手段とを有して構成するのが好まし

い。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を、図1を参照して説明する。図1は本発明を実施した高周波電源の構成を示す回路図である。なお、ここでいう高周波電源とは、例えば、数百kHz～数GHz程度の帯域の高周波電力を発生させるものをいう。

【0011】この高周波電源1は、出力コネクタ2を介して負荷3に所望の周波数の高周波電力を供給するものであって、増幅回路4と、インピーダンス整合回路5と、電流制限回路6と、電圧制限回路7と、電力検出部8と、制御部9と、判定回路10とを備えている。

【0012】増幅回路4は、図示しない発振回路により出力された発振信号をトランジスタ11で増幅して所望の高周波電力を出力している。インピーダンス整合回路5は、インダクタンスLと、コンデンサC1、C2とからなっており、トランジスタ11の出力端に接続されている。

【0013】電流制限回路6は、インピーダンス整合回路5の出力端に接続されている。電流制限回路6は、インピーダンス整合回路6の出力端と負荷3との間に直列に接続配置された第1の制限抵抗R1と、第1の制限抵抗R1に対して並列に接続配置された迂回導通路12と、迂回導通路12の中途に設けられて、迂回導通路12の開閉制御を行う第1スイッチ13とを備えている。

【0014】電圧制限回路7はインピーダンス整合回路5の出力側に接続されている。なお、本実施の形態では、その接続構成の一例として、電圧制限回路7を、電流制限回路6の出力端に接続しているが、特にこの接続位置に限定されるものではない。

【0015】電圧制限回路7は、電流制限回路6の出力端と接地電位との間に直列に接続配置された第2の制限抵抗R2と、第2の制限抵抗R2と接地電位との間の接続状態の開閉制御を行う第2スイッチ14とを備えている。

【0016】電力検出部8は、電圧、電流制限回路6、7の出力側に設けられて、この高周波電源1の進行波電力及び反射波電力を検出している。電力検出は、例えば、出力電圧及び出力電流を検出し、演算することによって進行波電力及び反射波電力を求めている。

【0017】制御部9は、電力検出部8の検出結果が供給され、この検出結果に基づいて進行波電力、もしくは、進行波電力から反射波電力を減算した電力値が一定になるように、トランジスタ11に入力する高周波信号あるいは直流電圧Vdcを制御している。

【0018】判定回路10は、電力検出部8で検出した進行波電力及び反射波電力から、進行波電力に対する反射波電力の比率P（反射波電力／進行波電力）を演算し、演算した比率Pが予め設定しておいた閾値Tを超えるか（ $P > T$ ）否かを判定し、その判定結果を第1、第

2スイッチ13、14に供給している。第1、第2スイッチ13、14は、供給される判定回路10の判定結果に基づいて開閉制御している。

【0019】本実施の形態では、増幅回路4が増幅手段の一例であり、電力検出部8と判定回路10とが判定手段の一例であり、電流制限回路6と電圧制限回路7とが制限手段の一例であり、第1スイッチ13が第1の開閉手段の一例であり、第2スイッチ14が第2の開閉手段の一例である。

【0020】以下、この高周波電源1の動作を説明する。以下の説明では、第1の制限抵抗R1の抵抗値を $r_1$ とし、第2の制限抵抗R2の抵抗値を $r_2$ とし、 $r_1 = r_2 = 50 \Omega$ とする。また、負荷3が $50 \Omega$ の純抵抗のときに負荷から反射波が発生しないと想定して説明する。

【0021】まず、判定回路10において、閾値Tを設定しておく。閾値Tは、進行波電力に比べて反射波電力が極端に多くなって、増幅回路4に発生する電流、電圧がトランジスタ11の安全動作領域を超えるか否かを判定する値である。ここでは、その例として、0.8の値を閾値T（反射波電力/進行波電力）として設定しておく。

【0022】負荷3のインピーダンスが純抵抗の $50 \Omega$ をほぼ維持して高周波電源1と負荷3との間のインピーダンス整合が取られている、もしくは極端な不整合ではない状態においては、反射波電力はそれほど発生しない。このとき、比率Pは閾値T（ $= 0.8$ ）以下になる（ $P \leq T$ ）。そのため、このことを判定回路10が演算により判定して、その判定結果を第1、第2スイッチに伝達すると、第1スイッチ13は開動作し、第2スイッチ14は開動作する。これにより、迂回導通路12が機能して第1の制限抵抗R2に電流は流れない。一方、第2の制限抵抗R2には電圧が生じない。したがって、増幅回路4で出力された高周波電力は、電流制限回路6や電圧制限回路7で電流、電圧を制限されることなく負荷3に供給される。

【0023】一方、高周波電源1と負荷3との間におけるインピーダンス不整合の度合いが大きくなると、反射波電力の発生量が増加し比率Pの値は上昇する。そして、負荷3が実質的に短絡もしくは開放状態になってインピーダンスの不整合が顕著になり、反射波電力の発生量が極めて大きくなって、比率Pの値が閾値T（ $= 0.8$ ）を超える（ $P > T$ ）と、そのことを判定回路10が演算により判定し、その判定結果を第1、第2スイッチ13、14に伝達する。

【0024】このような判定結果を受けた第1スイッチ13は開動作し、第2スイッチ14は閉動作する。これにより、迂回導通路12が遮断されて、第1の制限抵抗R2に電流が流れる。一方、第2の制限抵抗R2に電圧が生じる。これにより、増幅回路4で出力された高周波

電力（反射波電力を含む）は、電流制限回路6や電圧制限回路7で電流、電圧が制限される。以下、具体的に説明する。

【0025】負荷3が実質的に短絡状態になった場合には、増幅回路4の出力端から負荷3側をみたインピーダンスZは、 $Z = r_1 = 50 (\Omega) - j 0 (\Omega)$ となる。従来例では、同様の場合におけるインピーダンスZは、 $Z = 0 (\Omega)$ であり、本実施の形態の高周波電源1の方が増幅回路4の出力端での反射波電力を小さくすることができる。そのため、この高周波電源1では、トランジスタ11を流れる電流をその安全動作領域まで抑えることができ、トランジスタ11の破損を防止することができる。

【0026】負荷が実質的に開放状態になった場合には、増幅回路4の出力端から負荷3側をみたインピーダンスZは、 $Z = r_1 + r_2 = 100 (\Omega) - j 0 (\Omega)$ となる。従来例では、同様の場合におけるインピーダンスZは、 $Z = \infty (\Omega)$ であり、本実施の形態の高周波電源1の方が増幅回路4の出力端での反射波電力を小さくすることができる。そのため、この高周波電源1では、トランジスタ11に発生する電圧をその安全動作領域まで抑えることができ、トランジスタ11の破損を防止することができる。

【0027】トランジスタ11に発生する電圧とは、次のものをいう。トランジスタ11がバイポーラトランジスタである場合には、コレクタ・エミッタ間電圧が上記電圧となり、FETである場合には、ドレイン・ソース間電圧が上記電圧となる。

【0028】なお、上述した実施の形態では、電圧制限回路7を電流制限回路6の出力端側に設けていた。すなわち、第2の制限抵抗R2を第1の制限抵抗R1の出力端側に設けていた。しかしながら、電流制限回路6を電圧制限回路7の出力端側に設けてもよい。すなわち、第1の制限抵抗R1を第2の制限抵抗R2の出力端側に設けてもよい。その場合には、次のようになる。

【0029】負荷が実質的に短絡状態になった場合には、増幅回路4の出力端から負荷3側をみたインピーダンスZは、 $Z = r_1 \times r_2 / (r_1 + r_2) = 25 (\Omega) - j 0 (\Omega)$ となる。従来例では、同様の場合におけるインピーダンスZは、 $Z = 0 (\Omega)$ であり、この高周波電源1の方が増幅回路4の出力端での反射波電力を小さくすることができる。そのため、この高周波電源1では、トランジスタ11を流れる電流をその安全動作領域まで抑えることができ、トランジスタ11の破損を防止することができる。

【0030】負荷が実質的に開放状態になった場合には、増幅回路4の出力端から負荷3側をみたインピーダンスZは、 $Z = r_2 = 50 (\Omega) - j 0 (\Omega)$ となる。従来例では、同様の場合におけるインピーダンスZは、 $Z = \infty (\Omega)$ であり、この高周波電源1の方が増幅回路

4の出力端での反射波電力を小さくすることができる。そのため、この高周波電源1では、トランジスタ11に発生する電圧をその安全動作領域まで抑えることができ、トランジスタ11の破損を防止することができる。

【0031】負荷3のインピーダンスが50Ωをほぼ維持して高周波電源1と負荷3との間のインピーダンス整合が取られている、もしくは極端な不整合ではない状態においては、前述した本実施の形態の構成と同様の動作をし、高周波電力の出力に支障は生じない。

【0032】以上の説明は、負荷が短絡状態あるいは開放状態の場合であったが、負荷が純粋のリアクタンス成分の場合( $P>T$ )においても本実施の形態の高周波電源1の方が増幅回路4の出力端での反射波電力を小さくすることができる。

【0033】したがって、トランジスタ11に発生する電圧と流れる電流による動作領域をトランジスタの安全動作領域まで抑えることができる。

【0034】なお、第1、第2スイッチ6、7はメカニカルスイッチでも、トランジスタやダイオード等の電子スイッチでも構成することができる。また、第1、第2の制限抵抗R1、R2は固定抵抗で構成してもよい。さらには、可変抵抗からこれら制限抵抗R1、R2を構成し、使用者がこれら制限抵抗R1、R2の抵抗値を設定することで、電流、電圧の制限量を任意に設定するようにしてもよい。

【0035】また、以上説明した実施の形態では、電流制限回路6と電圧制限回路7とを両方備えて制限手段を構成していたが、電流制限回路6だけからなる制限手段を設けても良い。この場合、負荷が実質的に短絡状態に\*

なった場合に生じる過電流発生状態からトランジスタ11を保護することができる。また、電圧制限回路7だけからなる制限手段を設けても良い。この場合、負荷が実質的に開放状態になった場合に生じる過電圧発生状態からトランジスタ11を保護することができる。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、負荷が実質的に短絡状態や開放状態になった場合に生じる過電流発生状態もしくは過電圧発生状態からトランジスタ11を保護して、その破損を未然に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

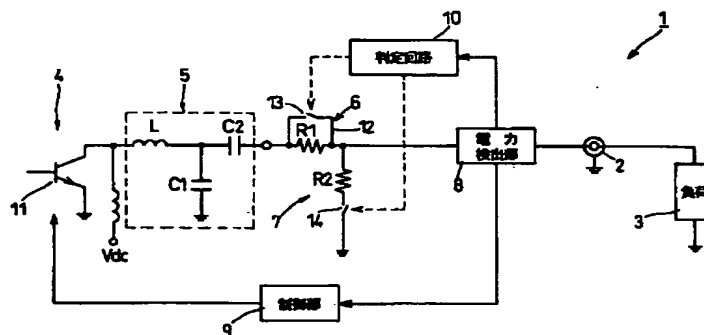
【図1】本発明の一実施の形態の高周波電源の構成を示す回路図である。

【図2】従来例の高周波電源の構成を示す回路図である。

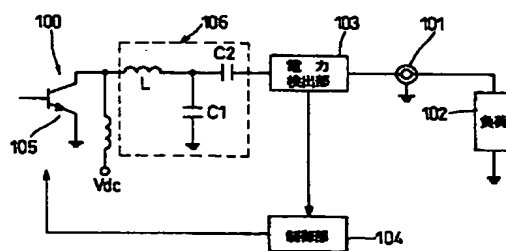
【符号の説明】

3 負荷	4 増幅回路	5 インピーダンス整合回路
6 電流制限回路	7 電圧制限回路	8 電力検出部
9 制御部	10 判定回路	11 トランジスタ
R1 第1の制限抵抗	12 迂回導通路	13 第1スイッチ
R2 第2の制限抵抗	14 第2スイッチ	T 閾値
P 比率		

【図1】



【図2】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5G053 AA01 AA09 BA01 BA04 CA04  
EC03 FA06  
5H410 BB04 BB05 CC02 DD02 DD08  
EA10 EB01 FF07 FF25 LL02  
LL06  
5J091 AA03 CA55 FA01 FA04 FP02  
FP05 FP06 GP03 HA02 HA25  
HA41